

METHOD OF MANUFACTURING FOR MICRO-REED SWITCH, MICRO-REED SWITCH BODY, AND MICRO-REED SWITCH MEMBER

Publication number: JP2001076599 (A)

Publication date: 2001-03-23

Inventor(s): TSUKAHARA YASUNORI; MURATE MAKOTO; ITOIGAWA KOICHI

Applicant(s): TOKAI RIKA CO LTD

Classification:

- International: B81B3/00; B81C1/00; H01H11/00; H01H36/00; B81B3/00; B81C1/00; H01H11/00; H01H36/00; (IPC1-7): H01H36/00

- European:

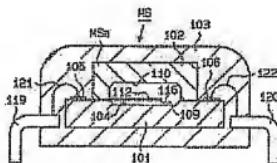
Application number: JP19990248922 19990902

Priority number(s): JP19990248922 19990902

Abstract of JP 2001076599 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a micro-reed switch further miniaturizable than the conventional reed switch, allowing mass production, and capable of improving switch responsiveness by applying the micromachining technique of silicon.

SOLUTION: A recess 110 is formed on a silicon substrate 102, and an elastic cantilever 112, extended from one side face is arranged. A wiring pattern made of a magnetic thin film and a moving contact point 116 are formed on the cantilever 112. A glass substrate 101 connected to one side face of the silicon substrate 102 is provided with a fixed contact point (forming part of a second electrode section) 109 relatively separated from the moving contact point 116 invariably and brought into contact with the moving contact point 116 when the magnetic flux flows through the wiring pattern and moving contact point 116 and the cantilever 112 is pulled as a magnet (external magnetic field) approaches.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-76599

(P2001-76599A)

(43)公開日 平成13年3月23日 (2001.3.23)

(51)IntCl.⁷
H 01 H 36/00
B 81 B 3/00
B 81 C 1/00
H 01 H 11/00

識別記号
3 0 2

F I
H 01 H 36/00
B 81 B 3/00
B 81 C 1/00
H 01 H 11/00

データコード* (参考)
3 0 2 H 5 G 0 2 3
5 G 0 4 6
R

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全12頁)

(21)出願番号 特願平11-248922

(71)出願人 000003551

株式会社東海理化電機製作所
愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目260番地

(22)出願日 平成11年9月2日 (1999.9.2)

(72)発明者 塚原 靖典
愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目260番地
株式会社東海理化電機製作所内

(72)発明者 村手 真
愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目260番地
株式会社東海理化電機製作所内

(74)代理人 100068755
弁理士 恩田 博宣 (外1名)

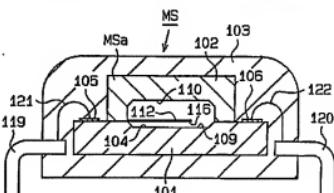
最終頁に続く

(54)【発明の名称】マイクロリードスイッチ、マイクロリードスイッチ体及びマイクロリードスイッチ部材の製造方法

(57)【要約】

【課題】シリコンの微細加工技術を応用することにより、従来のリードスイッチよりも小型化できることとともに、大量生産も可能であり、しかもスイッチ応答性を向上させることができるマイクロリードスイッチを提供する。

【解決手段】シリコン基板102に四部110を形成し、一側面から延出された有弾性の片持ち梁112を配置する。片持ち梁112には磁性薄膜からなる配線バターン115及び可動接点116を形成する。シリコン基板102の一側面に対して接合されたガラス基板101には、可動接点116に対して常に相対的に離間するとともに、磁石(外部磁界)の接近に応じて配線バターン115、可動接点116を通して磁束が流れ、片持ち梁112が引き寄せられた際に、可動接点116と接触する固定接点(第2電極部の一部を構成する)109を設けた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 シリコン基板の一側面に対して凹部が形成され、同凹部上には前記一側面から延出された有弾性可動片が配置され、前記可動片には、磁性薄膜層を含む第1電極部が形成され、かつ、第1電極部は前記凹部に面する側面とは反対側の側面に接触面が形成され、前記シリコン基板の一側面に対して接合された他の部材には、前記第1電極部に対して常に離間するとともに、外部磁界の変化に応じて前記第1電極部を通じて磁束が流れ、第1電極部を有する可動片が引き寄せられた際に、前記第1電極部の接触面と接触する第2電極部が設けられ、

シリコン基板及び他の部材の少なくともいずれか一方には、前記第1電極部、第2電極部を外部の電気素子へ接続するための配線が施されていることを特徴とするマイクロリードスイッチ。

【請求項2】 前記他の部材に設けられた第2電極部は固定電極部である請求項1に記載のマイクロリードスイッチ。

【請求項3】 前記シリコン基板を第1シリコン基板、前記可動片を第1可動片、前記凹部を第1凹部、前記磁性薄膜層を第1磁性薄膜層とした請求項1に記載のマイクロリードスイッチであって、

前記他の部材は、第2シリコン基板にて形成され、第2シリコン基板の一側面に対して第2凹部が形成され、第2凹部上には同一側面から延出された有弾性の第2可動片が配置され、第2可動片には、第2磁性薄膜層を含む第2電極部が形成され、かつ、第2電極部は第2凹部に面する側面とは反対側の側面には前記第1電極部の接触面と接離可能な接觸面が形成されたマイクロリードスイッチ。

【請求項4】 他の部材は、ガラスから形成されたものである請求項2に記載のマイクロリードスイッチ。

【請求項5】 前記シリコン基板、及び他の部材は、樹脂モールドされていることを特徴とする請求項1乃至請求項4のうちいずれか1項に記載のマイクロリードスイッチ。

【請求項6】 前記請求項1乃至請求項5のうちいずれか1項に記載のマイクロリードスイッチを複数個互いに並列に接続してなることを特徴とするマイクロリードスイッチ体。

【請求項7】 不純物添加によって、p型単結晶シリコン基板(102)の表面側の所定領域にp型シリコン層(131)を形成する工程と、

前記p型単結晶シリコン基板(131)の上面にn型単結晶シリコンからなるエピタキシャル成長層(113)を形成することによって、同エピタキシャル成長層(113)内に前記p型シリコン層(131)を埋め込む工程と、
不純物添加によって、前記エピタキシャル成長層(113)

3) に開口部形成用のp型シリコン層(132)を形成する工程と、

前記開口部形成用のシリコン層(132)にて区画されて可動片となる部分であって、その可動片の延びる方向に沿って、磁性薄膜層(115)を形成する工程と、前記磁性薄膜層(115)を形成した後、前記開口部形成用のp型シリコン層(132)に対応する部分を除いて、保護膜(133, 135)を形成する工程と、前記保護膜(133, 135)を形成した状態で隔離化成処理を行うことによって、前記各p型シリコン層(131, 132)を多孔質シリコン層(137)に変化させる工程と、

前記多孔質シリコン層(137)をアルカリエッティングによって除去することにより、多孔質シリコン層(137)があつた部分を空洞化する工程と、その後、前記保護膜(133, 135)を除去する工程とを含むマイクロリードスイッチ部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、シリコン基板を使用したマイクロリードスイッチ、マイクロリードスイッチ体及びマイクロリードスイッチ部材の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図1Bは従来のリードスイッチ10の分解斜視図、図1Cは組み立て後の断面図を示している。従来のリードスイッチ10は、ガラス管11内に封入された一对の磁性舌片12, 13を備えおり、前記磁性舌片12, 13はその先端部が互いに接觸可能に離間した接点とされたスイッチ片として形成されている。そして、このリードスイッチ10に対して磁石(図示しない)を接近すると、両磁性舌片12, 13を通じて磁束が流れ、磁性舌片12, 13が互いに引き寄せられて閉路状態となり、磁石(図示しない)がリードスイッチ10から離れば、磁性舌片12, 13の弹性によって接点が離れて開路状態となる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記のようないードスイッチ10は、生産工程上、大量生産が難しく、コスト高となる問題があった。又、磁性舌片12, 13はプレス加工から形成しているため、金型製作上、前記接点を含む可動部の小型化に限界があるばかりか、さらなるスイッチ作動上の耐溶性の向上が難しい。

【0004】又、磁性舌片12, 13はリード線部12a, 13aとが一体に形成されており、すなわち、磁性舌片12, 13とリード線部12a, 13aとは一つの磁性部材で形成されており、リード線部12a, 13aの加工(曲げ・切断等)がリードスイッチの特性に影響を及ぼしたり、リード線部の曲げ加工時にガラス管封止部に遮蔽影響を及ぼす問題がある。又、ガラス管は使用時においては、剥き出して使用しているため、耐久性に乏

しい問題もあった。

【0005】本発明は上記の課題を解消するためになされたものであり、第1の目的は、シリコンの微細加工技術を応用することにより、従来のリードスイッチよりも小型化できることとともに、大量生産も可能であり、しかもスイッチ応答性を向上させることができるマイクロリードスイッチを提供することにある。

【0006】第2の目的は可動部とリード線部とが分離されているので、リード線部の加工による特性の悪影響を考慮する必要がないマイクロリードスイッチを提供することにある。

【0007】第3の目的は上記マイクロリードスイッチを並列に電気的に接続することにより、スイッチとしての信頼性の向上を図ることができるマイクロリードスイッチ体を提供することにある。

【0008】又、第4の目的は、上記マイクロリードスイッチを得ることができリードスイッチ部材の製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、シリコン基板の一側面に対して四部が形成され、同四部上には前記一側面から延ばされた有弹性可動片が配置され、前記可動片には、磁性薄膜層を含む第1電極部が形成され、かつ、第1電極部は第2凹部に面する側面とは対反側の側面に接触面が形成され、前記シリコン基板の一側面に対して接合された他の部材には、前記第1電極部に対して常に隣接するとともに、外部磁界の変化に応じて前記第1電極部を通じて磁束が流れ、第1電極部が引き寄せられた際に、前記第1電極部の接触面と接触する第2電極部が設けられ、シリコン基板及び他の部材には、前記第1電極部、第2電極部を外部の電気素子へ接続するための配線が施されているマイクロリードスイッチを要旨とするものである。

【0010】請求項2に記載の発明は、請求項1において、前記他の部材に設けられた第2電極部は固定電極部であるマイクロリードスイッチを要旨とするものである。請求項3に記載の発明は、請求項1において、前記シリコン基板を第1シリコン基板、前記可動片を第1可動片、前記凹部を第1凹部、前記磁性薄膜層を第1磁性薄膜層とした請求項1に記載のマイクロリードスイッチであって、前記他の部材は、第2シリコン基板にて形成され、第2シリコン基板の一側面に対して第2凹部が形成され、第2凹部上には同一側面から延ばされた有弹性の第2可動片が配置され、第2可動片には、第2磁性薄膜層を含む第2電極部が形成され、かつ、第2電極部は第2凹部に面する側面とは対反側の側面には前記第1電極部の接触面と接觸可能な接触面が形成されたマイクロリードスイッチを要旨とするものである。

【0011】請求項4に記載の発明は、請求項2において

て、他の部材は、ガラスから形成されたものであるマイクロリードスイッチを要旨とするものである。請求項5の発明は、請求項1乃至請求項4のうちいずれか1項において、前記シリコン基板、及び他の部材は、樹脂モールドされているマイクロリードスイッチを要旨とするものである。

【0012】請求項6に記載の発明は、請求項1乃至請求項5のうちいずれか1項に記載のマイクロリードスイッチを複数個互いに並列に接続してなるマイクロリードスイッチ体を要旨とするものである。

【0013】請求項7に記載の発明は、不純物添加によって、p型単結晶シリコン基板の表面側の所定領域にp型シリコン層を形成する工程と、前記p型単結晶シリコン基板の上面にn型単結晶シリコンからなるエビタキシャル成長層を形成することによって、同エビタキシャル成長層内に前記p型シリコン層を埋め込む工程と、不純物添加によって、前記エビタキシャル成長層間に開口部形成用のp型シリコン層を形成する工程と、前記開口部形成用のシリコン層にて区画されて可動片となる部分であって、その可動片の伸びる方向に沿って、磁性薄膜層及び配線パターンを形成する工程と、前記磁性薄膜層に接続する配線パターンを形成した後、前記開口部形成用のp型シリコン層に対応する部分を除いて、保護膜を形成する工程と、前記保護膜を形成した状態で陽極化成処理を行うことによって、前記各p型シリコン層と多孔質シリコン層に変化させる工程と、前記多孔質シリコン層をアルカリエッティングによって除去することにより、同多孔質シリコン層があつた部分を空洞化する工程と、その後、前記保護膜を除去する工程とを含むマイクロリードスイッチ部材の製造方法を要旨とするものである。

【0014】(作用) 請求項1に記載の発明によると、常に第2電極部に対して隣接していた可動片は磁石(図示しない)等が接近して外部磁界が変化すると、外部磁界の変化に応じて前記第1電極部を通じて磁束が流れ、第1電極を有する可動片が引き寄せられた際に、同第1電極部の接触面は第2電極部の接觸面に接觸し閉路状態となる。

【0015】又、前記第1電極部が第2電極部に対して隣接していた状態時のように外部磁界が戻ると、自身の弾性によって可動片は復帰し、第1電極部と第2電極部とは互いに隣接し閉路状態となる。

【0016】そして、この請求項1のマイクロリードスイッチはシリコンの微細加工技術にて容易に小型化、大量生産が可能であり、しかもスイッチ応答性が向上する。さらに、可動片の第1電極部に対して、リード線部は、電気的に接続されることになる。従って、リード線部と可動片の第1電極部が分離されるため、リード線部の加工による悪影響を考慮する必要がない。

【0017】請求項2に記載の発明によると、可動片の第1電極部は、外部磁界の変化に応じて磁束が流れ、第

1電極を有する可動片が引き寄せられた際に、同第1電極部の接触面は第2電極部としての固定電極の接触面に接觸し閉路状態となる。

【0018】請求項3に記載の発明によると、常に第1電極部を有する第1可動片と、第2電極部を有する第2可動片とは、離間している。そして、互いに離間していた第1及び第2可動片は、外部界の変化に応じて第1、第2電極部を通じて磁束が流れ、各電極部を有する同可動片が互いに引き寄せられた際に、同両電極部の接触面は互いに接觸し閉路状態となる。

【0019】又、両電極部が互いに離間していた状態時のように外部界が戻ると、第1可動片及び第2可動片は自身の彈性によって復帰し、第1電極部と第2電極部とは互いに離間する。

【0020】請求項4に記載の発明によると、他の部材はガラスから形成されることにより、同ガラス材質の表面に第2電極部としての固定電極が設けられ、請求項2の作用を実現する。

【0021】請求項5に記載の発明によると、シリコン基板、及び他の部材を樹脂モールドすることにより、従来のガラス管を使用する場合と異なり、耐久性を向上することができる。

【0022】請求項6に記載の発明によると、請求項1乃至請求項5のうちいずれか1項に記載のマイクロリードスイッチを複数個互いに並列に接続することにより、スイッチ信頼性を向上することができます。

【0023】請求項7に記載の発明によると、不純物添加によって、p型単結晶シリコン基板の表面側の所定領域にp型シリコン層を形成する。次に、p型単結晶シリコン基板の上面にn型単結晶シリコンからなるエピタキシャル成長層を形成することによって、同エピタキシャル成長層内に前記p型シリコン層を埋め込む。

【0024】統いて、不純物添加によって、前記エピタキシャル成長層に開口部形成用のp型シリコン層を形成し、次に、前記開口部形成用のシリコン層にて区画されて可動片となる部分であって、その可動片の延びる方向に沿って、磁性薄膜層を形成する。

【0025】次に、前記開口部形成用のp型シリコン層に対応する部分を除いて、保護膜を形成する。統いて、前記保護膜を形成した状態で陽極化成処理を行うことによって、前記各p型シリコン層を多孔質シリコン層に変化させる。そして、前記多孔質シリコン層をアルカリエッティングによって除去することにより、同多孔質シリコン層があつた部分を空洞化する。その後、前記保護膜を除去する。

【0026】

【発明の実施の形態】(第1実施形態)以下、本発明を具体化した第1実施形態を図1～図14に基づき詳説に説明する。

【0027】図1には、本実施形態のマイクロリードス

イッチMSの構成が概略的に示されている。マイクロリードスイッチMSは、ガラス基板101と、同ガラス基板101上に配置されたマイクロリードスイッチ部材MSaと、ガラス基板101と、マイクロリードスイッチ部材MSaをモールドしたモールド部103等から構成されている。

【0028】図3に示すように、上面が平面に形成されたガラス基板101の中央部には、HFエッティングによって得られる略長方形状の凹部104が形成されている。同図に示すように凹部104を挟んでガラス基板101の長手方向の上面には一对のボンディングパッド105、106がA1、A2等のスパッタリングや真空蒸着等の物理的成膜法によって形成されている。又、一方のボンディングパッド105から凹部104の縁部迄、配線パターン107がニッケル・鉄合金をスパッタリングや真空蒸着等の物理的成膜法によって延出形成されている。前記配線パターン107、108を形成するニッケル・鉄合金は磁性を有し、従って、配線パターン107、108は磁性薄膜を構成する。

【0029】前記配線パターン108の先端部は、A2、A3、A4等のスパッタリングや真空蒸着等の物理的成膜法によって固定接点109が形成されている。同固定接点109は固定電極部を構成し、固定接点109及び配線パターン108は第2電極部を構成している。

【0030】次にマイクロリードスイッチ部材MSaについて説明する。図1及び図2に示すようにp型単結晶シリコン基板(以下、単にシリコン基板と呼ぶ。なお、後記する製造手順と異なり、構成の説明では、ウエハから個々にスクラップされたりシリコン基板として説明する。)102は、面方向(110)のp型シリコン単結晶からなり、その表面側中央部には、多孔質化されたp型シリコンからなる層をアルカリエッティングすることによって得られる略長方形形状の凹部110が形成されている。この凹部110は、略C字状の開口部111を有し、後記する片持ち梁112を仮に省略した場合の開口縁部は、前記凹部104と略同じ大きさに形成されている。

【0031】図5は、上記シリコン基板102を拡大して図示した断面図である。前記凹部110内には、レバー構造部としての有弾性的片持ち梁112が上下方向に変位可能な位置に配置されている。図5に示すように、この片持ち梁112は、主としてn型単結晶シリコンのエピタキシャル成長層113によって構成され、凹部110の長手方向において、その中央部を超えるように延出されている。前記片持ち梁112は、可動片を構成している。

【0032】エピタキシャル成長層113の上面には、絶縁層として薄い酸化膜(SiO₂膜)114が形成されている。この酸化膜114の上面(図5において)には、ニッケル・鉄合金をスパッタリングや真空蒸着等の物理的成膜法によって、配線パターン115が形成されている。同配線パターン115は片持ち梁112の先端部分から、シリコン基板102の一方の端部側面で長手方向に延出されている。従って、前記配線パターン115を形成するニッケル・鉄合金は磁性を有し、従って、配線パターン115は磁性薄膜層を構成する。

【0033】又、片持ち梁112の先端部において、配線パターン115には、Au、Ag等のスパッタリングや真空蒸着等の物理的成膜法によって可動接点116が形成され、前記配線パターン115と電気的に接続されている。前記配線パターン115及び可動接点116により第1電極部を構成している。そして、可動接点116は固定接点109に接する接触面を有する。

【0034】前記シリコン基板102は、ガラス基板101の上面に対して、図4に示すように各四部104、110の開口端部が対応するように配置されて、開口接合技術を用いて接合されている。そして、前記配線パターン115は、配線パターン107に対して接触し、すなわち、両者115、107は電気的に接続されている。又、片持ち梁112上の可動接点116は、四部104内の固定接点109と対向するように常に位置配置されている。なお、前記開口接合は、真空チャンバー内に行われ、四部104、110にて形成される空間は、真空封止されている。

【0035】図1に示すように、マイクロリードスイッチMSは、ガラス基板101と前記マイクロリードスイッチ部材MSaのシリコン基板102とが接合された状態で、ガラス基板101のボンディングパッド105、106と互いに反対側に配置したリード119、120とは、ワイヤ121、122を介して電気的に接続される。又、リード119、120の基端部、ワイヤ121、122を含んで、ガラス基板101とシリコン基板102とは、エポキシ樹脂等のモールド用成形樹脂からなるモールド部103によってモールドされている。

【0036】また、本実施形態においてマイクロリードスイッチ部材MSaの各部の寸法は以下の通りである。即ち、シリコン基板102(ただし、エピタキシャル成長層113を含む。)の厚さt及び幅wは、t=約50μm、w=500μm~1000μmである。片持ち梁112の厚さ、幅及び長さは、それぞれ約10μm、約200μm、約300μmである。片持ち梁112の底面と四部110の内底面との間のクリアランスは約10μmである。酸化膜114の厚さは、約0.5μmである。

【0037】そして、ガラス基板101の大きさは、上記シリコン基板102を支持するに十分な大きさとされ

ている。又、ガラス基板101の凹部104は、マイクロリードスイッチMSの外部に配置した磁石が接近した際、配線パターン108、115を磁束が通過することによって、片持ち梁112が固定接点109側へ変位し、可動接点116が固定接点109に対して接触するに十分な距離とされている。

【0038】このマイクロリードスイッチMSの外部に磁石が接近すると、磁性薄膜である配線パターン108、115を磁束が通過する。このことによって、図1において片持ち梁112の先端部が片持ち梁112の彈性力に抗して下方に変位し、すなわち、可動接点116が固定接点109側に接觸し、閉路する。

【0039】又、マイクロリードスイッチMSの外部に接近した磁石が離間すると、磁性薄膜である配線パターン108、115を磁束が通過しなくなるため、片持ち梁112の自身の弾性により図1において片持ち梁112の先端部が上方に変位し、すなわち、可動接点116が反固定接点109側に離間し、開路する。

【0040】上記のように構成されたマイクロリードスイッチMSに作用効果を説明する。

(1) 本実施形態では、シリコン基板102の一側面に対して四部110を形成し、四部110には前記一側面から延出された有彈性的片持ち梁112(可動片)を配置した。又、片持ち梁112には、配線パターン115(磁性薄膜層)及び可動接点116を含む第1電極部を形成し、かつ、可動接点116は四部110に面する側面とは反対側の側面に位置した接触面として形成された。さらに、シリコン基板102の一側面に対して接合されたガラス基板101(他の部材)には、第1電極部の一部を構成する可動接点116に対して常に相対的に離間とともに、磁石(外部磁界)の接近に応じて配線パターン115、可動接点116を通じて磁束が流れ、片持ち梁112が引き寄せられた際に、可動接点116と接触する固定接点109(第2電極部の一部を構成する)を設けた。

【0041】そして、ガラス基板101には、前記配線パターン108、115と外部の電気素子へ接続するためのボンディングパッド105、106、ワイヤ121、122、リード119、120を設けた。

【0042】この結果、マイクロリードスイッチMSはシリコンの微細加工技術にて容易に小型化、大量生産ができる。しかも、小型軽量化ができるため、スイッチ応答性を向上することができる。

【0043】(2) 片持ち梁112上の第1電極部の一部を構成する配線パターン115はガラス基板101上の配線パターン107、ワイヤ121を介してリード119に電気的に接続されることになる。従って、リード119(リード線部に相当する。)と片持ち梁112の配線パターン115とが分離されるため、リード119の加工による悪影響を考慮する必要がない。

【0044】(マイクロリードスイッチ部材MSaの製造方法)次に、本実施形態のマイクロリードスイッチMSを構成している、マイクロリードスイッチ部材MSaの製造手順を図6～図14を参照して説明する。

【0045】まず、図6に示されるように、直方体状をした面方位(110)のp型単結晶シリコン基板(なお、この製造手順では、説明の便宜上、シリコン基板102はウエハの状態で説明する)102を用意し、このシリコン基板102の表面に図示しないマスクを形成する。次いで、前記シリコン基板102に対してイオン注入等によってほう素を打ち込み、さらにそのほう素を熱拡散させる。この結果、図7に示されるように、シリコン基板102のはば中央部にp型シリコン層131が形成される。

【0046】次に、図8に示されるように、p型シリコン層131が形成されたシリコン基板102の上面に、気相成長によってn型単結晶シリコンからなるエビタキシャル成長層113を形成する。その結果、エビタキシャル成長層113内にp型シリコン層131が埋め込まれた状態となる。この後、エビタキシャル成長層113が形成されたシリコン基板102の表面に、図示しないマスクを形成する。さらに、フォトエッチングによってマスクの所定領域に略コ字状の開口部を形成する。

【0047】次に、前記シリコン基板102に対してイオン注入等によってほう素を打ち込み、さらにそのほう素を熱拡散させる。この結果、図9に示されるように、エビタキシャル成長層113に、略コ字状をした開口部が形成用のp型シリコン層132が形成される。このp型シリコン層132は、埋め込まれているp型シリコン層131の深さまで到達する。

【0048】次に、前記シリコン基板102を酸素中または空気中で加熱することにより、その上面に酸化膜114を形成する。次に、このシリコン基板102に対してニッケル・鉄合金をスパッタリングや真空蒸着等を行った後、フォトリソグラフィを行なうことによって、配線パターン115を形成する。次、統いて、酸化膜114上に、Au、Ag等のスパッタリングや真空蒸着等を行った後、フォトリソグラフィを行なうことによって可動接点116を形成する。

【0049】次いで、CVD等によってSiNやSi3N4などを堆積させることにより、図11に示されるように、シリコン基板102の上面に配線パターン115、可動接点116を覆うようなバッシベーション膜133を形成する。前記バッシベーション工程において、バッシベーション膜133には、略コ字状の開口部134が形成される。この後、p型シリコン層132の上面にあたる酸化膜114を除去することによって、p型シリコン層132の上面を露出させる。

【0050】次いで、バッシベーション膜133の上面を全体的に、スパッタリングや真空蒸着等の物理的成膜

法によって、W(タンゲステン)からなる金属保護膜135で被覆する。このとき、開口部134(正確には酸化膜114の開口部)の直下において、金属保護膜135とシリコン基板102のエビタキシャル成長層113とが接している界面においては、Wシリサイドが形成される。金属保護膜135を形成しているW(タンゲステン)とWシリサイドとは、耐HF性を有する。この後、図12に示されるように、フォトリソグラフィによって、p型シリコン層132の上面にあたる部分に略コ字状の開口部136を形成する。

【0051】そして、図13に示すように、シリコン基板102を高濃度のHF系溶液としてのフッ酸水溶液138中に浸漬し、この状態でシリコン基板102を陽極とし、金属保護膜135を対向電極として電流を流す。すなわち、陽極化成を行う。なお、図13において、Vは直流電源を表し、この実施形態では、0.6V以上の電圧を印加しないようにし、最も効率のよい電圧を印加するようにしている。

【0052】前記のような陽極化成によってp型シリコン層131、132の部分のみを選択的に多孔質化することにより、当該部分を多孔質シリコン層137に変化させる。このとき、金属保護膜135にて被覆された部分は、同金属保護膜135にてフッ酸水溶液の侵食が防止される。又、開口部134において、金属保護膜135とシリコン基板102のエビタキシャル成長層113との界面においては、耐HF性のWシリサイドが形成されているため、同界面から内部にフッ酸水溶液が侵食することはない。

【0053】次に、TMMAH(テトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド)でアルカリエッチングを行うことによって、多孔質シリコン層137を異方性エッチングする。前記p型シリコン層131、132は、陽極化成を経て多孔質化することにより、アルカリに溶解やすくなっている。その結果、多孔質シリコン層137があたった部分に空洞部139が容易に形成される(図14参照)。最後に、不要となった金属保護膜135をプラズマエッチング等のエッティングにより除去とともに、バッシベーション膜133を公知の方法によって除去することによって、図1に示されるマイクロリードスイッチ部材MSaが得られる。

【0054】本実施形態のマイクロリードスイッチ部材MSaの製造方法によると、次のような作用効果を有する。

(3) 本実施形態でのマイクロリードスイッチ部材MSaの製造方法によれば、ほう素(不純物)添加によって、シリコン基板102の表面側の所定領域にp型シリコン層131を形成し、次に、p型単結晶シリコン基板131の上面にn型単結晶シリコンからなるエビタキシャル成長層113を形成することによって、同エビタキシャル成長層113内にp型シリコン層131を埋め込

みした。

【0055】そして、ほう素(不純物添加)によって、エピタキシャル成長層113に開口部形成用のp型シリコン層132を形成し、統いて、前記シリコン層132にて区画されて片持ち梁112となる部分であって、その可動片の延びる方向に沿って、配線パターン115(磁性薄膜層)を形成した。

【0056】次に、前記開口部形成用のp型シリコン層132に対する部分を除いて、バッシャーベーション膜133、金属保護膜135(保護膜)を形成した。次に、バッシャーベーション膜133、金属保護膜135を形成した状態で陽極化成処理を行って、各p型シリコン層113、112を多孔質シリコン層137に変化させた。そして、多孔質シリコン層137をアルカリエッチングによって除去することにより、同多孔質シリコン層137があった部分を空洞化することにより、片持ち梁112を形成した。

【0057】こうすることによって、容易に、しかも大量に、マイクロリードスイッチ部材MSaを製造することができる。

(4) 本実施形態でのW(タンゲステン)からなる金属保護膜135は、高融点であり、熱膨張係数がSiNやSi3N4などのバッシャーベーション膜133及びシリコン基板102のエピタキシャル成長層113と、近く、それらとの密着性があるため、剥離することができない。

【0058】(5) 所定領域にあらかじめp型シリコン層131、132を形成した後、同層を陽極化成する方法であるため、シリコン基板102の表面を直接的に陽極化成する従来方法と比較して、陽極化成部の形状や深さにばらつきが生じにくい。

【0059】(6) p型シリコン層131上にエピタキシャル成長層113を形成する方法であるため、とりわけ形成が困難であるということもない。

(7) バッシャーベーション工程の完了後に陽極化成を行う方法であるため、空洞部139が未形成の状態で金属保護膜135を形成することができる。よって、金属保護膜135の形成が容易になる。

【0060】換言すると、空洞部139内に金属保護膜135が入り込むことがないため、面倒な除去作業を行う必要もなくなる。また、アルカリエッチングもバッシャーベーション工程の完了後に行なわれるため、配線パターン115がエッチャントに汚染される心配もない。以上のようなことから、この製造方法によると、マイクロリードスイッチ部材MSaを製造する際の工程簡略化及び作業容易化を達成することができる。

【0061】(8)さらに、多孔質シリコン層137を除去するこの製造方法であると、シリコン基板102の面方位に特に制約を受けないというメリットがある。また、本実施形態の製造方法(W(タンゲステン))を金

属保護膜135として使用する陽極化成方法を含む)

は、基本的には、例えばICのゲート材料としてW(タンゲステン)を使用するバイポーラICの製造プロセスに近いものである。従って、マイクロリードスイッチ部材MSaを容易に小型化、軽量化、及び大量生産できるというメリットがある。このことは、マイクロリードスイッチMSの小型化や高速化を実現するうえで好都合である。

(第2実施形態) 次に、図15～図17を参照して同じくマイクロリードスイッチMSを具体化した第2実施形態を説明する。なお、第1実施形態と同一又は相当する構成については同じ符号を付し、その詳細な説明を省略し、異なるところを重心にして説明する。

【0062】本実施形態では、第1実施形態のガラス基板101の代わりにマイクロリードスイッチ部材MSbがガラスなどの絶縁スペーサ140を介して接合されているところが異なっている。すなわち、本実施形態のマイクロリードスイッチMSは、第1実施形態におけるマイクロリードスイッチ部材MSとマイクロリードスイッチ部材MSb、スペーサ140、モールド部103等から構成されている。

【0063】マイクロリードスイッチ部材MSbは、前記第1実施形態のマイクロリードスイッチ部材MSaと同様の製造方法にて形成されているため、マイクロリードスイッチ部材MSaを構成している各部に相当する箇所には、マイクロリードスイッチ部材MSaの各部材の符号に「a」の符号を付加して簡単に説明する。

【0064】図15に示すように、マイクロリードスイッチ部材MSbの片持梁112aは、マイクロリードスイッチ部材MSaの片持梁112aの延出方向とは反対方向側から延出されて形成されている。そして、両片持梁112、112aの可動接点116、116aは常に互いに離間して対抗して配置されている。

【0065】配線パターン115aは、シリコン基板102aの端部上面に設けられたボンディングパッド106に接続されている。なお、マイクロリードスイッチ部材MSbのシリコン基板102aは、マイクロリードスイッチ部材MSaのシリコン基板102よりも長手方向の両端が長く延設されている。

【0066】絶縁スペーサ140はシリコン基板102a上面に対して、陽極接合技術を用いて接合されている。同絶縁スペーサ140は扁平直方体状に形成され、前記ボンディングパッド106が露出するよう一方の端部は、シリコン基板102aよりも短くされている。絶縁スペーサ140の上面には、マイクロリードスイッチ部材MSaのシリコン基板102が陽極接合技術を用いて接合されている。

【0067】絶縁スペーサ140において、両マイクロリードスイッチ部材MSa、MSbの各凹部110、110aに対応して四角形状の貫通孔141が形成され、

両凹部110、110aを連通している。前記凹部110、110aと貫通孔141は、絶縁スペーサ140が両マイクロリードスイッチ部材MSa、MSbに接合されることにより、真空封止されている。

【0068】又、絶縁スペーサ140において、前記ボンディングパッド106の位置と貫通孔141を挟んで反対側の端部にはボンディングパッド105が設けられ、同ボンディングパッド105から貫通孔141の縁部迄には配線パターン107が形成されている。そして、同配線パターン107は、マイクロリードスイッチ部材MSaの配線パターン115に接触し、電気的に接続されている。

【0069】本実施形態では、シリコン基板102が第1シリコン基板、シリコン基板102aが第2シリコン基板に相当する。片持ち梁112が第1可動片、片持ち梁112aが第2可動片に相当する。又、凹部110は第1四部、凹部110aは第2四部に相当する。配線パターン115は第1磁性薄膜層、配線パターン115aは第2磁性薄膜層に相当する。又、第2電極部は、前記配線パターン115a、可動接点116aを含み、可動接点116aは可動接点116に接觸する接触面に相当する。

【0070】本実施形態では、マイクロリードスイッチMSの外部に磁石が接近すると、磁性薄膜である配線パターン115、115aを磁束が通過する。このことによって、図15において片持ち梁112、112aの各先端部が片持ち梁112、112aの弾性力に抗して互いに接近方向に変位し、その結果、可動接点116、116aが互いに接觸し、閉路する。

【0071】又、マイクロリードスイッチMSの外部に接近した磁石が離開すると、磁性薄膜である配線パターン115、115aを磁束が通過しなくなるため、片持ち梁112、112aの自身の彈性により図15において片持ち梁112、112aの先端部が上方に変位し、すなわち、可動接点116、116aが固定接点109とは反対方向へ離間し、開路する。

【0072】(9) 本実施形態においては、マイクロリードスイッチ部材MSa、及びマイクロリードスイッチ部材MSbは、同一の製造方法によって形成できるため、第1実施形態よりもより大量生産が可能であり、製造コストを低減することができる。しかも、本実施形態のマイクロリードスイッチMSにおいてもシリコンの微細加工技術にて容易に小型軽量化ができるため、スイッチ応答性を向上することができる。

【0073】(10) 本実施形態においては、片持ち梁112上の第1電極部の一部を構成する配線パターン115は、配線パターン107、ワイヤ121を介してリード119に電気的に接続され、一方、片持ち梁112a上の第2電極部の一部を構成する配線パターン115aはワイヤ122を介してリード120に電気的に接

続されることになる。従って、リード119、120(リード線部に相当する。)と片持ち梁112、112aの配線パターン115、115aとが分離されるため、リード119、120の加工による悪影響を考慮する必要がない。

【0074】本発明の実施形態は、例えば次のように変更することが可能である。

(1) 前記実施形態では、単一のマイクロリードスイッチMSとして構成したが、複数のマイクロリードスイッチMSを並列に接続したものをモールド部103にてモールドして、マイクロリードスイッチ体としてもよい。

【0075】このマイクロリードスイッチ体は複数のマイクロリードスイッチMSが並列にて電気的に接続して構成されているため、仮に一個あるいは複数個のマイクロリードスイッチMSに不具合が生じても、残りの他のマイクロリードスイッチMSが正常に動作するため、マイクロリードスイッチ体としての機能の信頼性を向上することができる。

【0076】又、もともとマイクロリードスイッチMSは小型化されているため、複数のものを並列に接続した構成としてもそれほど大型になることはない。

(2) p型単結晶シリコン基板102として面方位(110)以外の基板、例えば(111)基板や(100)基板等を使用してもよい。なお、実施形態1において(100)基板を使用すれば、より高感度にことができる。

【0077】(3) TMAH以外のアルカリ系エッチャントとして、例えばKOH、ヒドラジン、EPW(エチレンジアミンピロカタコールー水)等を使用してもよい。

【0078】(4) マイクロリードスイッチ部材MSa、MSbを製造する場合、n型単結晶シリコンのエピタキシャル成長層113に代えて、例えばn型の多結晶シリコン層やアモルファスシリコン層等を形成してもよい。

【0079】(5) 第1実施形態では、金属保護膜としてW(タンゲステン)を使用したが、Mo(モリブデン)を使用してもよい。又、Mo(モリブデン)からなる金属保護膜もW(タンゲステン)と同様に、高融点であり、熱膨張係数がSiNやSi₃N₄などのバッジベーション膜113及びシリコン基板102のエピタキシャル成長層113と近く、それらとの密着性があるため、剥離することができない。

【0080】(6) 前記実施形態では、金属保護膜を陽極化するときには対向電極としたが、その代わりに従来と同様にP+等の貴金属板を対向電極として使用して、陽極化を行うことも勿論可能である。

【0081】ここで、特許請求の範囲に記載された技術的思想のほかに、前述した実施形態によって把握される

技術的思想をその効果とともに以下に挙げる。

(1) 請求項4において、ガラスには、可動片が係入可能な凹部が形成されているマイクロリードスイッチ。こうすることにより、可動片の変位を許容することができる。

【0082】なお、本明細書中において使用した技術用語を次のように定義する。

「レバー構造部： 表面に形成された磁性薄膜に磁束が通過した時に変位する部分を意味し、例えば1つまたは2つ以上の梁を有する構造をいう。」

「陽極化成法： 電解液中に基板を陽極として電流を流すことにより、その基板に多孔質層を形成する一括改質加工をいう。」

【0083】

【発明の効果】以上詳述したように、請求項1乃至請求項7の発明によれば、シリコンの微細加工技術を応用することにより、従来のリードスイッチよりも小型化するとともに、大量生産も可能であり、しかもスイッチ応答性を向上させることができる。又、可動片とリード線部が分離されているので、リード線部の加工による特性的悪影響を考慮する必要がない効果を奏す。

【0084】請求項3の発明によれば、他の部材は、シリコン基板側の構成と同様の構成とすることでできるため、同一の製造方法にて形成することができ、大量生産を行うことができ、低コストとすることができます。

【0085】請求項5に記載の発明によれば、樹脂モールドされているため、耐久性を向上することができる。

請求項6に記載の発明によれば、マイクロリードスイッチを並列に電気的に接続することにより、マイクロリードスイッチ体としての信頼性の向上を図ることができる。

【0086】請求項7の発明によればマイクロリードスイッチを容易に製造することができる効果を奏す。

【0087】
【課題を解決するための手段】

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態のマイクロリードスイッチを示す概略断面図。

【図2】同じくマイクロリードスイッチ部材MSaの概

略底面図。

【図3】同じくガラス基板の平面図。

【図4】同じくマイクロリードスイッチ部材の断面図。

【図5】マイクロリードスイッチ部材の拡大断面図。

【図6】(a)はマイクロリードスイッチ部材の製造手順を示す概略断面図、(b)はその概略平面図。

【図7】同じく(a)は概略断面図、(b)は概略平面図。

【図8】同じく(a)は概略断面図、(b)は概略平面図。

【図9】同じく(a)は概略断面図、(b)は概略平面図。

【図10】同じく(a)は概略断面図、(b)は概略平面図。

【図11】同じく概略断面図。

【図12】同じく概略断面図。

【図13】陽極化成方法を示す説明図。

【図14】同じく概略断面図。

【図15】第2実施形態のマイクロリードスイッチの概略断面図。

【図16】同じく一方のマイクロリードスイッチ部材の概略平面図。

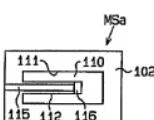
【図17】同じく他方のマイクロリードスイッチ部材の概略平面図。

【図18】従来のリードスイッチの組立て前の分解斜視図。

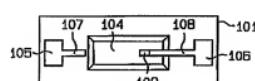
【図19】従来のリードスイッチの断面図。
【符号の説明】

MS…マイクロリードスイッチ、MSa, MSb…マイクロリードスイッチ部材101…ガラス基板、102, 102a…p型単結晶シリコン基板、103…モールド部、104…凹部、107…配線パターン、108…配線パターン（磁性薄膜層）、109…固定接点、110…110a…凹部、115, 115a…配線パターン（磁性薄膜層）、112, 112a…片持ち梁（可動片）、113…エピタキシャル成長層、115, 115a…配線パターン、116, 116a…可動接点、131, 132…p型シリコン層、133…バッジーション膜（保護膜）、135…金属保護膜（保護膜）。

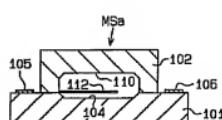
【図2】



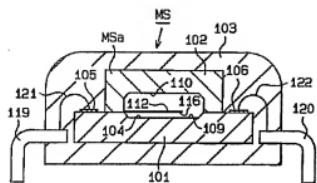
【図3】



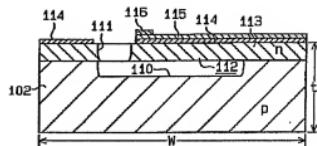
【図4】



【図1】

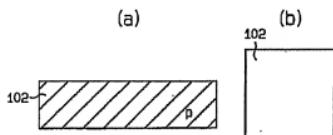


【図5】



【図7】

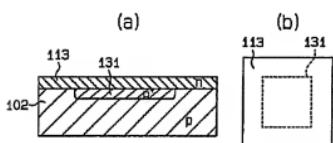
【図6】



(a)

(b)

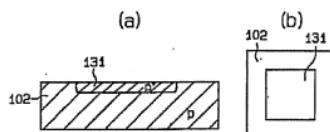
【図8】



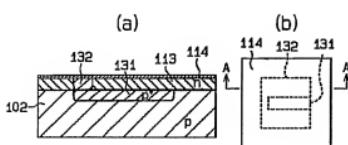
(a)

(b)

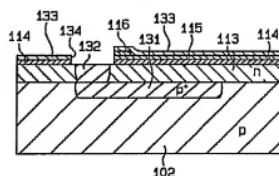
【図9】



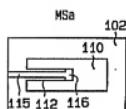
【図10】



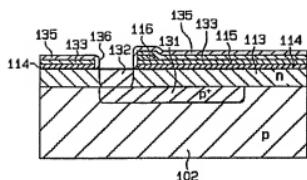
【図11】



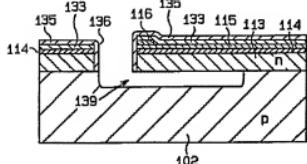
【図16】



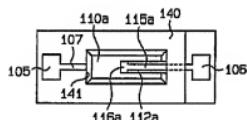
【図12】



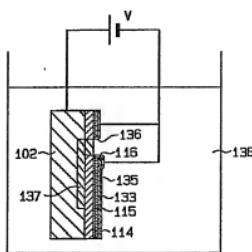
【図14】



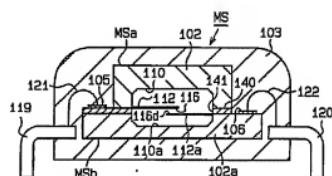
【図17】



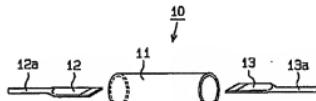
【図13】



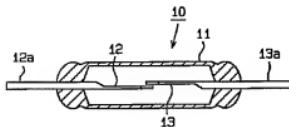
【図15】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 糸魚川 貢一
愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目260番地
株式会社東海理化電機製作所内

Fターム(参考) 5G023 AA12 AA20 BA32 BA34 CA29
CA41
5G046 CA01 CA06 CD05